

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Informática Industrial y Robótica (Interuniversitario)**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Comunicaciones Industriales y Sistemas en Tiempo Real  
(2023 - 2024)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>Comunicaciones Industriales y Sistemas en Tiempo Real</b>	Código: <b>835970905</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Informática Industrial y Robótica (Interuniversitario)</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2022 (M597) (Publicado en 2022-01-15)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Informática y de Sistemas</b></li> <li>- Área/s de conocimiento: <b>Arquitectura y Tecnología de Computadores</b> <b>Ingeniería de Sistemas y Automática</b></li> <li>- Curso: <b>1</b></li> <li>- Carácter: <b>Optativa</b></li> <li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>3,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Español</b></li> </ul>	

## 2. Requisitos de matrícula y calificación

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>IVÁN JESÚS TORRES RODRÍGUEZ</b>
- Grupo:
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>IVÁN JESÚS</b></li> <li>- Apellido: <b>TORRES RODRÍGUEZ</b></li> <li>- Departamento: <b>Ingeniería Informática y de Sistemas</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Ingeniería de Sistemas y Automática</b></li> </ul>
<b>Contacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1:</li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico:</li> <li>- Correo alternativo:</li> </ul>
Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Observaciones:						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	18:00	20:00	- - -	
Todo el cuatrimestre		Viernes	17:00	20:00	- - -	
Observaciones:						

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:  
 Perfil profesional:

#### 5. Competencias

##### Básicas

**CB6** - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

**CB10** - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

##### Generales

**CG2** - Desarrollar las capacidades de análisis y síntesis; fomentar la discusión crítica, la defensa de argumentos y la toma de conclusiones

**CG3** - Incorporar el vocabulario propio para expresarse con precisión en una comunicación efectiva, tanto escrita como oral

**CG8** - Aplicar los conocimientos teóricos a la práctica

##### Transversales

**CT01** - Adquirir la terminología y nomenclatura científico-técnica para exponer argumentos y fundamentar conclusiones

**CT02** - Fomentar la sensibilidad hacia temas sociales y/o medioambientales

**CT06** - Dominar la expresión y la comprensión de un idioma extranjero

##### Específicas

**CE08** - Capacidad para el uso y desarrollo de sistemas de comunicación para su aplicación sobre sistemas robóticos y/o industriales

**CE07** - Capacidad para definir, diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos  
**CE12** - Capacidad para el desarrollo de sistemas ciberfísicos, internet de las cosas y/o técnicas basadas en cloud computing

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Tema 1:
  - Conceptos de programación Concurrente y de Tiempo Real.
  - Lenguajes para la programación de Sistemas en Tiempo Real.
  - Sistemas Operativos de Tiempo Real.
- Tema 2:
  - Buses de comunicación industrial avanzados.
- Tema 3:
  - Comunicaciones industriales y Sistemas de Tiempo Real.

### Actividades a desarrollar en otro idioma

En cumplimiento de la normativa autonómica el 5% de las actividades docentes se impartirá en Inglés.

Se utilizará documentación y herramientas informáticas en inglés, cuyo uso será necesario para responder a preguntas y resolver ejercicios que formen parte de la evaluación de la asignatura.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado

Aplica el Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado (MECA - ULL)

### Descripción

El carácter de la asignatura es eminentemente práctico.

En las primeras semanas se dedicarán las horas iniciales para la exposición o clase invertida sobre los contenidos teóricos necesarios para abordar los contenidos prácticos en el laboratorio, realizándose, en ocasiones, pruebas objetivas. Durante las sesiones prácticas se utilizará una metodología de aprendizaje basada en problemas/proyectos, con la cual se planteará al alumnado un problema o proyecto como eje central sobre el que trabajar.

Las últimas semanas se dedicarán al desarrollo en el laboratorio del proyecto, individual o en parejas, y la tutorización.

La metodología a seguir busca un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumnado planteado como un proceso cooperativo.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Enseñanza teórica	11,00	0,00	11,0	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]
Enseñanza práctica	11,00	0,00	11,0	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]
Asistencia a tutorías	1,00	0,00	1,0	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]
Trabajo personal	0,00	49,50	49,5	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]
Evaluación	2,50	0,00	2,5	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]
Total horas	25,50	49,50	75,00	
		Total ECTS	3,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

Wang. Embedded and Real-Time Operating Systems. Springer International, 2017. Web.  
 Erciyes. Distributed Real-Time Systems. Springer International, 2019. Web.  
 Naveen PS, Venkatesh Varadachari. Advanced ESP32. Packt, 2020. Web.  
 Richard Barry. Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel. 2016

### Bibliografía Complementaria

Wang, Jiacun. Real-Time Embedded Systems. John Wiley & Sons, Incorporated, 2017. Web.  
Arnold S. Berger. Debugging Embedded and Real-Time Systems. Newnes, 2020. Web.  
Baruah, Sanjoy. Multiprocessor Scheduling for Real-Time Systems. Springer International, 2015. Web.

#### Otros Recursos

Apuntes y materiales realizados por los docentes de la asignatura.  
MiniPCs, microcontroladores y material electrónico de laboratorio.  
Laboratorios de Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas  
Herramientas software para el desarrollo y depuración de aplicaciones

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La Evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación (REC) de la Universidad de La Laguna (Boletín Oficial de la Universidad de La Laguna de 23 de junio de 2022), modificado parcialmente en Consejo de Gobierno el 31 de mayo de 2023, o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación o Modificación vigente.

En virtud de dicho reglamento, todo el alumnado está sujeto a evaluación continua en la primera convocatoria de la asignatura, salvo el que se acoja a la evaluación única, lo que tendrá que ser comunicado por el propio alumnado antes de haberse presentado a las actividades cuya ponderación compute, al menos, el 40% de la evaluación continua (ver art. 5.5 del REC), o excepcionalmente por circunstancias sobrevenidas (ver art. 5.7 del REC).

#### **EVALUACIÓN CONTINUA:**

Dicha evaluación continua consiste, según la Memoria de Verifica para la titulación, en las siguientes pruebas:

##### Pruebas escritas objetivas

O1) Prueba Objetiva 1. Ponderación 5%. Calificación mínima para hacer la media 4,0.

O2) Prueba Objetiva 2. Ponderación 5%. Calificación mínima para hacer la media 4,0.

##### Prácticas de laboratorio

PR1) Práctica de laboratorio 1. Ponderación 20%. Calificación mínima para hacer la media 4,0.

PR2) Práctica de laboratorio 2. Ponderación 20%. Calificación mínima para hacer la media 4,0.

##### Trabajos y proyectos

PY) Proyecto. Ponderación 40%. Calificación mínima para hacer la media 5,0.

##### Pruebas Orales

EX) Exposición del proyecto 10%. Calificación mínima para hacer la media 5,0.

Las pruebas PY y EX serán las últimas pruebas de evaluación continua, y estarán incluidas dentro del periodo de exámenes del calendario académico.

La modalidad de evaluación continua se mantendrá en la segunda convocatoria. Por lo tanto, la segunda convocatoria podrá utilizarse para recuperar las pruebas de evaluación continua no superadas antes del fin de la primera convocatoria de la asignatura.

#### **Agotamiento de la Evaluación Continua:**

En relación a la evaluación continua, conforme al artículo 4.7 del REC "se entenderá agotada la convocatoria desde que el alumnado se presente, al menos, a las actividades cuya ponderación compute el 50 % de la evaluación continua, salvo en los casos recogidos en el artículo 5.6". Por lo tanto, una vez realizado cualquier conjunto de actividades cuya suma de ponderaciones alcance el 50% supone el agotamiento de la evaluación continua de la asignatura. Una vez agotada la evaluación continua la calificación en el acta no podrá ser "No presentado".

#### **Obligatoriedad de las actividades:**

La nota final (NF) o calificación en el acta se obtiene tras la aplicación de la siguiente fórmula:

- Si se alcanza la calificación mínima definida para cada actividad, entonces  $NF = 0.05 * O1 + 0.05 * O2 + 0.2 * PR1 + 0.2 * PR2 + 0.4 * PY + 0.1 * EX$ .
- Si no se alcanza el mínimo en alguna de las pruebas, entonces:
  - Si se ha agotado la evaluación continua, entonces  $NF = \min(4.5 ; 0.05 * O1 + 0.05 * O2 + 0.2 * PR1 + 0.2 * PR2 + 0.4 * PY + 0.1 * EX)$ .
  - Si no se ha agotado la evaluación continua, entonces  $NF = \text{"No Presentado"}$ .

#### **EVALUACIÓN ÚNICA:**

Si el alumnado no se evalúa de forma continua (por las circunstancias que se describen en el REC), debe evaluarse de todo el contenido teórico y práctico de la asignatura en la fecha oficial de convocatoria que figure en el calendario académico. Esta circunstancia debe ser comunicada al profesorado de la asignatura con una antelación mínima de 7 días respecto a la fecha oficial en la que el/la estudiante quiera presentarse.

La evaluación única se compondrá de 4 pruebas:

- PRU: prueba práctica donde se evaluarán los contenidos prácticos presentados en la asignatura, con una ponderación del 40% en la nota final obtenida. Calificación mínima para hacer la media 4,0.
- PYU: presentación del proyecto final de la asignatura, con una ponderación del 40% en la nota final obtenida. Calificación mínima para hacer la media 5,0.
- EXU: exposición oral del proyecto de la asignatura, con una ponderación del 10%. Calificación mínima para hacer la media 5,0.
- OU: prueba escrita donde se evaluarán contenidos teóricos, con una ponderación del 10%. Calificación mínima para hacer la media 4,0.

Si la realización de estas pruebas no puede realizarse el mismo día debido a su extensión, el profesorado convendrá con el alumnado una fecha alternativa para su realización. La nota final (NF) o calificación en el acta se obtiene tras la aplicación de la siguiente fórmula:

- Si se alcanza la calificación mínima definida para cada actividad, entonces  $NF = 0.4 * PRU + 0.4 * PYU + 0.1 * EXU + 0.1 * OU$ .
- Si no se alcanza el mínimo en alguna de las pruebas, entonces  $NF = \min(4.5 ; 0.4 * PRU + 0.4 * PYU + 0.1 * EXU + 0.1 * OU)$

#### **Respecto a la 5ª convocatoria y posteriores:**

El alumnado que se encuentre en la quinta o posteriores convocatorias y desee ser evaluado por un Tribunal, deberá presentar una solicitud a través del procedimiento habilitado en la sede electrónica, dirigida a la Dirección de la Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación mínima de diez días hábiles al comienzo del periodo de exámenes.

#### **Evaluación del 5% de inglés:**

Se utilizará documentación en inglés, cuyo uso será necesario para responder a preguntas y resolver ejercicios, de manera escrita, que formen parte de la evaluación de la asignatura. En concreto, las pruebas objetivas (O y OU) se realizarán parcialmente en lengua inglesa. Además, el alumnado realizará la exposición oral del proyecto (EX ó EXU) en inglés.

### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas escritas objetivas (exámenes)	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]	- Nivel de Conocimientos demostrado. - Dominio de los contenidos de la asignatura - Uso adecuado de la lengua inglesa.	10,00 %
Pruebas orales	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]	- Concreción en la exposición. - Uso adecuado de la lengua inglesa.	10,00 %
Evaluación de trabajos y proyectos	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG3], [CG2], [CB10], [CB6]	- Prestaciones de los diseños. - Adecuación a lo solicitado. - Consecución de Objetivos. - Concreción en la redacción.	40,00 %
Evaluación de prácticas de laboratorio	[CE12], [CE07], [CE08], [CT06], [CT02], [CT01], [CG8], [CG2], [CB10], [CB6]	- Habilidades en el manejo de los recursos del laboratorio. - Dominio de los contenidos prácticos de la asignatura así como de las herramientas empleadas - Capacidad para aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos en las clases de teoría a la práctica	40,00 %

### 10. Resultados de Aprendizaje

- Conocer las principales características de buses de comunicación industriales avanzados.
- Conocer los conceptos de la Programación Concurrente y tener la habilidad de hacer programas concurrentes en distintos lenguajes.
- Conocer la fundamentos de los Sistemas en Tiempo Real y tener la habilidad de programar soluciones a problemas de Tiempo Real en distintos lenguajes.
- Conocer la dependencia entre los buses Industriales y los Sistemas de Tiempo Real
- Saber diseñar soluciones para Sistemas de Tiempo Real eligiendo los elementos software y de comunicaciones más adecuados.

### 11. Cronograma / calendario de la asignatura

#### Descripción

La asignatura se desarrolla a lo largo del segundo bimestre del segundo cuatrimestre y constará de:

- clases de teoría impartidas en el aula.
- prácticas de laboratorio impartidas en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas.

La distribución de los temas por semana, en la siguiente tabla, es orientativo y puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 9:	Tema 1	Clase Teórica Prácticas	3.50	6.00	9.50
Semana 10:	Tema 1	Prácticas Prácticas (PR1)	3.50	6.50	10.00
Semana 11:	Tema 2	Clase Teórica Prácticas Prueba O1	3.50	6.50	10.00
Semana 12:	Tema 2	Prácticas (PR2)	3.50	6.50	10.00
Semana 13:	Tema 3	Clase teórica Trabajo en Proyecto	3.50	6.50	10.00
Semana 14:	Tema 3	Trabajo en Proyecto	3.50	6.50	10.00
Semana 15:	Tema 3	Trabajo en Proyecto Prueba O2	3.00	6.00	9.00
Semana 16 a 18:	Evaluación y Trabajo autónomo alumnado	Entrega memoria del proyecto (PY) Exposición del proyecto (EX)	1.50	5.00	6.50
Total			25.50	49.50	75.00